

# UJI LABORATORIUM PEMANFAATAN SERABUT KELAPA DAN IJUK SEBAGAI BAHAN DRAINASE VERTIKAL TANPA FILTER

Taufan Candra Abadi<sup>1</sup>

## ABSTRACT

*The application of vertical drainage system has ahead applied by using sand as the main material. The application of vertical drainage system has the main target to quicken process of pore water pressure dissipation, so the consolidation that happened earns immediately end.*

*Coconut fiber has been exploited as vertical drainage by fabrication. It is meaning have been made in factory with gunnysack as the additional material so the soil particles do not enter to core and pursue the water flow.*

*Palm tree fiber has same properties as coconut fiber. Palm tree fiber can absorb; store and even permeate the water if to palm tree fiber given pressure. Therefore at this research is done a test in laboratory to this material by comparing the result of which is obtained from coconut fiber as vertical drainage without wearing a filter as its addition material.*

*Result of laboratory test give that vertical drainage materials of coconut fiber give the make up of biggest vertical coefficient consolidation at pressure  $0.25 \text{ kg/cm}^2$  equal to 349.90% with level of diameter soil sample 1". To condition at mean pressure that was applied it will make up of vertical coefficient consolidation equal to 173.894%. Whereas palm tree fiber give the make up of biggest vertical coefficient consolidation 959.630% at applied pressure  $4 \text{ kg/cm}^2$  with level of sample diameter 1.5". If applied pressure is mean also hence make up of vertical coefficient consolidation equal to 520.16%. Level of the make-up of from both materials that palm tree fiber gives improvement 3 times bigger than coconut fiber.*

*Key words: Coconut fiber, palm tree fiber, Rowe cell, free strain, vertical coefficient consolidation, and horizontal coefficient consolidation.*

## PENDAHULUAN

Penggunaan drainase vertikal telah sejak lama dilakukan orang. Material yang menjadi bahan utama pengisi drainase vertikal pada saat itu adalah pasir. Drainase vertikal dipasang untuk suatu tujuan. Tujuan utamanya adalah mempercepat proses penurunan yang akan terjadi pada suatu lapisan tanah tertentu. Penurunan akan cepat terjadi apabila dipasang suatu sistem drainase vertikal untuk memperpendek jarak yang ditempuh air terdisipasi.

Material bahan pengisi drainase vertikal untuk saat ini telah banyak dibuat secara fabrikasi, salah satu contohnya adalah serabut kelapa. Disamping serabut kelapa yang telah dibuat secara fabrikasi untuk drainase vertikal, di Indonesia sendiri banyak terdapat bahan-bahan yang memiliki sifat yang mirip dengan serabut kelapa dalam hal perilakunya terhadap air, dan tersedia secara alamiah. Selain serabut kelapa ijuk juga dapat dipakai sebagai bahan drainase vertikal karena memiliki sifat yang sama dengan serabut kelapa dalam hal menyerap dan menyimpan air serta akan mengalirkannya apabila terhadapnya ada tekanan yang bekerja. (Gunawan, Sumiyati (2000), Daftar Pustaka ke-2)

Oleh karena itu pada penelitian ini ingin diketahui kemampuan kedua bahan tersebut diatas sebagai bahan drainase vertikal terhadap parameter konsolidasi baik itu arah vertikal maupun arah horizontal.

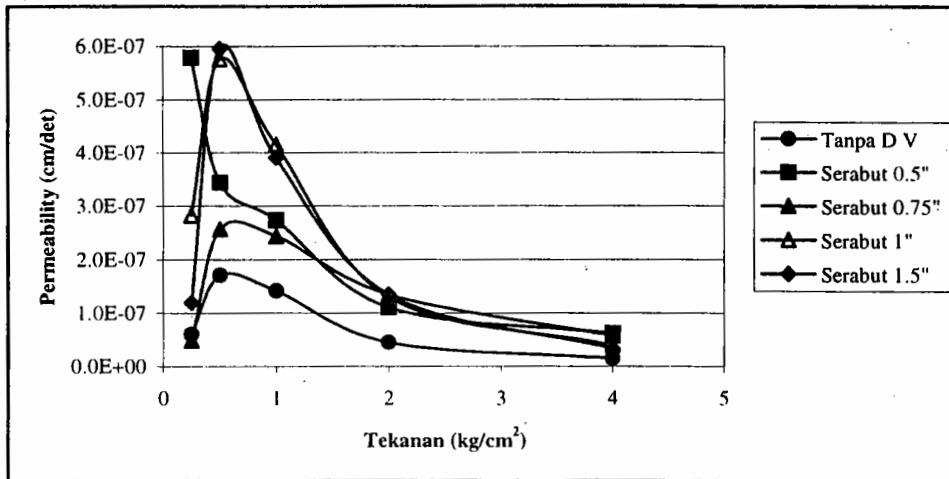
## SERABUT KELAPA

Serabut kelapa yang dimaksud disini adalah serat yang diambil dari kulit buah kelapa. Serabut kelapa yang digunakan pada penelitian ini adalah serabut kelapa yang sama dengan bahan baku untuk kesetan atau alat pengikat. Data teknik dari serabut kelapa yang digunakan pada penelitian ini tidak tersedia namun data teknik dari serabut kelapa untuk bahan drainase vertikal yang sudah difabrikasi antara lain:

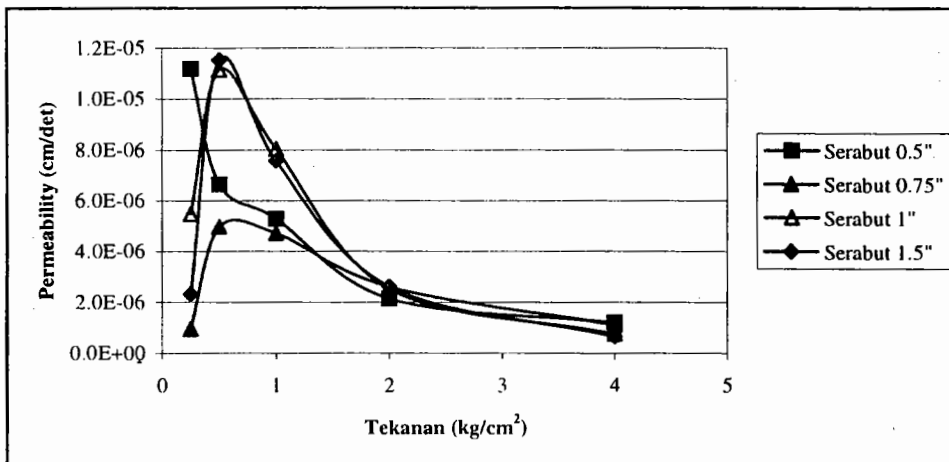
1. Koefisien permeability filter lebih besar dari  $10^{-3} \text{ cm/det.}$
2. Kuat tarik 500 kg / 80 mm lebar, dengan 27% penambahan panjang.
3. Ketebalan 8 mm – 10 mm.
4. Permeability arah vertikal untuk tekanan confining sampai dengan  $330 \text{ kN/m}^2$  adalah lebih besar dari  $10^{-3} \text{ cm/det.}$
5. Berat 3000 – 3300 gr/m<sup>2</sup>.
6. Lebar 80 mm – 100 mm.

Pada penelitian ini tidak dilakukan tes discharge capacity maka data teknik yang dapat diberikan dari serabut kelapa yang digunakan hanyalah besarnya koefisien permeability gabungan arah vertikal dan horizontal hasil dari analisis data. Besarnya koefisien permeability gabungan dari tanah dan serabut kelapa sebagai bahan drainase vertikal dapat dilihat pada Gambar 1, 2, 3 dan 4 di bawah ini:

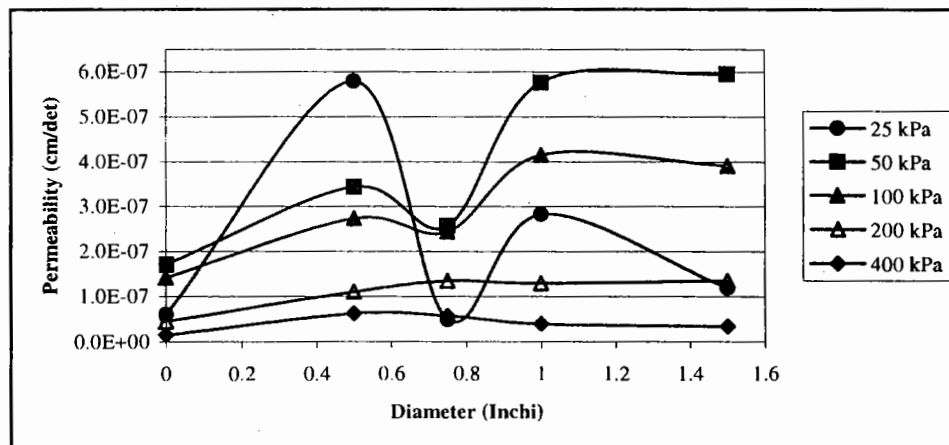
<sup>1</sup> Taufan Candra Abadi, ST.,MT., Dosen Tetap Jurusan Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Bandung



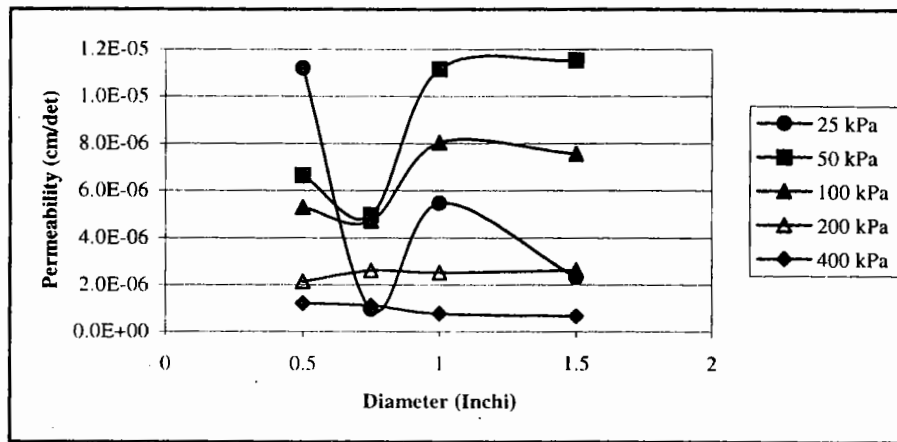
Gambar 1. Hubungan antara tekanan dan permeability arah vertikal



Gambar 2. Hubungan antara tekanan dan permeability arah radial



Gambar 3. Hubungan antara diameter dan permeability arah vertikal



Gambar 4. Hubungan antara diameter dan permeability arah radial

Dari hasil analisis terhadap koefisien permeability gabungan antara tanah dan serabut kelapa pada Gambar di atas terlihat bahwa yang memberikan nilai koefisien permeability gabungan optimum baik itu arah vertikal maupun arah horizontal adalah serabut kelapa dengan diameter 1" pada tekanan 0.5 kg/cm<sup>2</sup>.

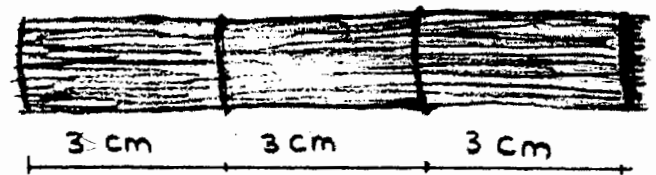
#### IJUK

Pada penelitian ini ijuk yang digunakan adalah ijuk yang diambil dari pohon aren. Ijuk pada umumnya digunakan hanyalah sebatas bahan dari alat untuk menyapu lantai, filter dari suatu saluran tertentu, alat pengikat, sebagai sarana ikan untuk bertelur dan bahkan juga digunakan sebagai alat saringan sumur resapan.

Untuk digunakan pada penelitian ini ijuk diambil dari bahan untuk sapu dan alat ikat. Dari ijuk yang diperoleh dilakukan perapihan dengan suatu sisir khusus sehingga ijuk dapat dikumpulkan dalam keadaan lurus dan berhelai. Selanjutnya dilakukan pengikatan sesuai dengan tinggi yang diperlukan untuk dapat diterapkan kepada sampel tanah yang akan diuji konsolidasinya tanpa menggunakan filter sebagai bahan tambahan. Tinggi yang disyaratkan dari alat konsolidasi yang digunakan yaitu alat konsolidasi Rowe adalah 9 cm, sehingga pengikatan yang

dilakukan pada empat titik yang berbeda sejarak masing-masing 3 cm.

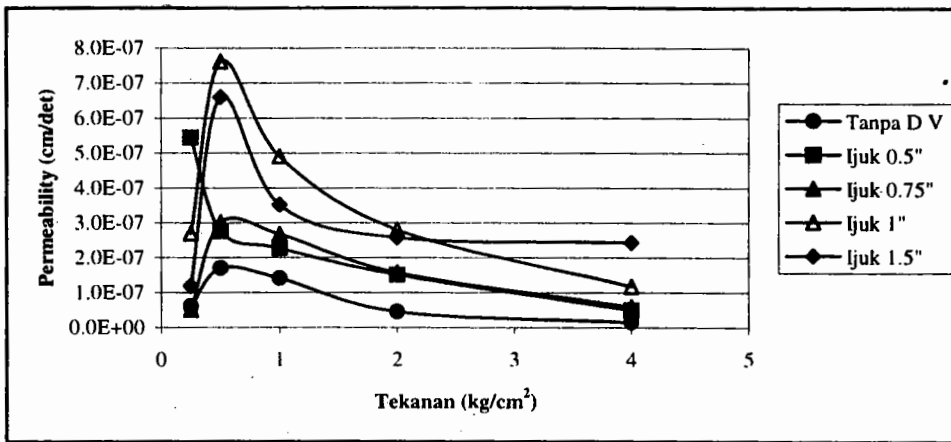
Untuk lebih jelasnya prosedur standarisasi yang dilakukan terhadap serabut kelapa dan ijuk sebagai bahan drainase vertikal adalah sebagai berikut:



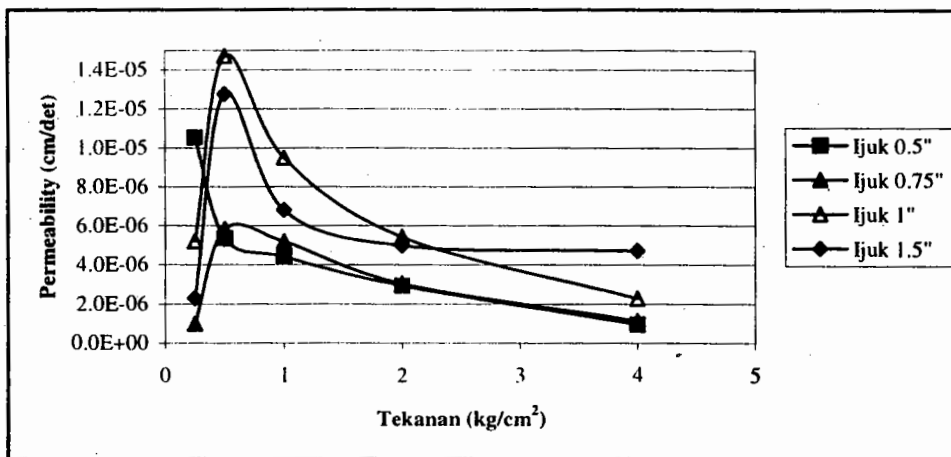
Gambar 5. Standarisasi bahan drainase vertikal yang digunakan

Untuk mengetahui kemampuan ijuk mengalirkan air apabila digunakan sebagai bahan drainase vertikal, pada penelitian ini dilakukan analisis untuk mendapatkan koefisien permeability gabungan antara tanah dengan ijuk dengan berbagai tekanan yang diterapkan. Hal ini dilakukan karena terhadap ijuk sendiri tidak dilakukan tes *discharge capacity* pada *confining pressure* tertentu yang seharusnya dilakukan.

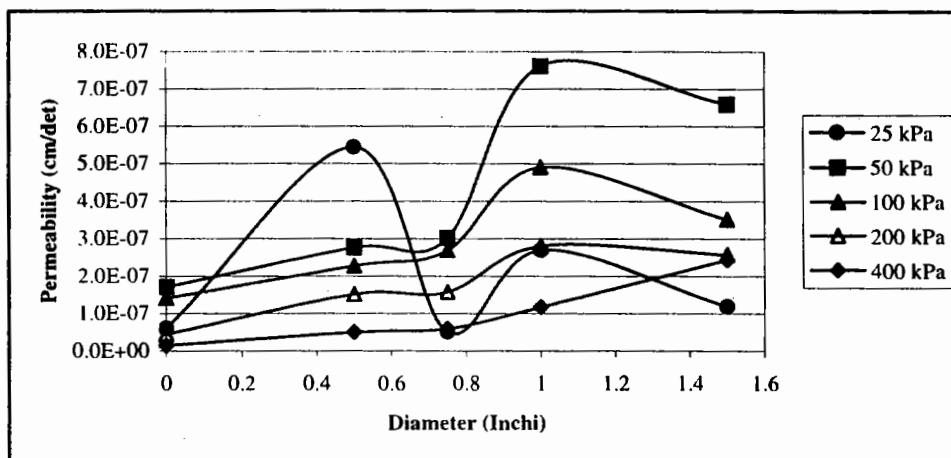
Hasil analisisnya koefisien permeability gabungan antara ijuk dan tanah ditunjukkan seperti pada Gambar 6, 7, 8 dan 9 di bawah ini:



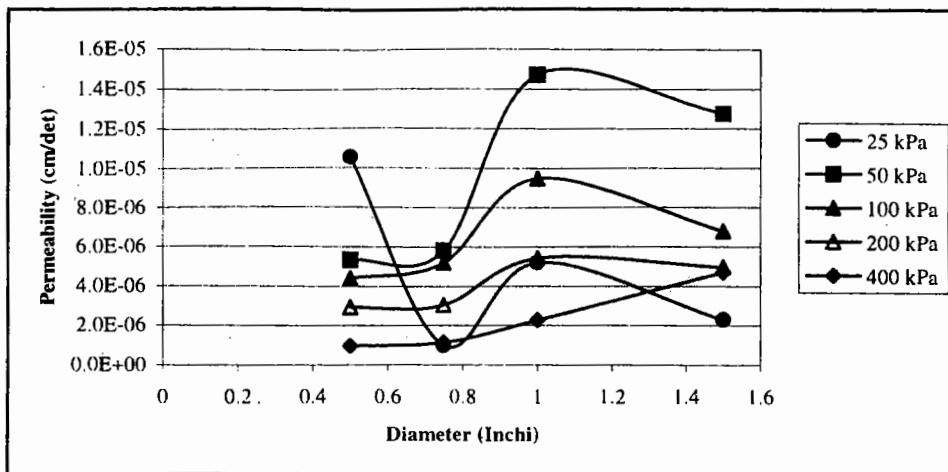
Gambar 6. Hubungan antara tekanan dan permeability arah vertikal



Gambar 7. Hubungan antara tekanan dan permeability arah horizontal



Gambar 8. Hubungan antara diameter dan permeability arah vertikal



Gambar 9. Hubungan antara diameter dan permeability arah horizontal

Dari Gambar-gambar diatas terdapat beberapa grafik yang memiliki kecenderungan yang berbeda dengan yang lainnya. Hal ini dimungkinkan karena adanya penyumbatan oleh butiran tanah pada bahan drainase vetikal dari serabut kelapa dan ijuk pada dimensi bahan drainase dan tekanan tertentu yang diterapkan.

Dari Gambar di atas juga dapat ditentukan bahwa diameter optimum untuk ijuk yang memberikan koefisien gabungan terbesar untuk arah vertikal dan horizontal adalah 1.5" dengan tekanan 0.5 kg/cm<sup>2</sup>. Pada Gambar di atas terlihat ada dua nilai koefisien permeability yang sama-besar untuk dua tekanan yang berbeda. Hal ini terjadi karena tekanan optimum yang diberikan terhadap sistem ini sudah terlampaui sehingga nilai koefisien permeability akan menurun kembali. Kejadian ini identik dengan hasil uji kompaksi untuk mencari berat isi kering maksimum, dimana akan terjadi juga nilai berat isi kering yang sama untuk dua nilai kadar air yang berbeda. Pada sistem drainase vertikal yang digunakan tanpa suatu filter kemungkinan tersumbatnya sangat besar. Hal seperti ini juga dapat menyebabkan kondisi di atas terjadi.

#### SAMPEL TANAH

Untuk tanah yang digunakan pada ini adalah tanah lunak yang diambil dari daerah Gedebage, Propinsi Jawa Barat yang diambil pada kedalaman kurang lebih 1.20 m. Sifat fisis dan mekanik yang dimiliki oleh tanah tersebut antara lain:

1. Kadar air alami tanah adalah 47.85%.
2. Liquid limit sebesar 72.91%.
3. Plastik limit sebesar 37.45%.
4. Indeks plastis yang dimiliki sebesar 35.46%.
5. Batas susut tanah adalah 7.64%.

6. Tanah yang digunakan pada penelitian ini termasuk kedalam tanah lanau anorganik dengan kompresibilitas tinggi atau lempung organik.
7. Berat isi tanah seberat 1.628 gr/cm<sup>3</sup>.
8. Spesifik gravity 2.67.
9. Koefisien permeability tanah dengan uji *falling head* adalah  $7.327 \times 10^{-9}$  cm/det.
10. Besarnya kuat tekan tanah adalah 0.458 kg/cm<sup>2</sup>. Besar kuat tekan inilah yang menunjukkan bahwa tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah lunak.
11. Koefisien kompresi yang dimiliki tanah adalah 0.359.

#### ALAT KONSOLIDASI ROWE

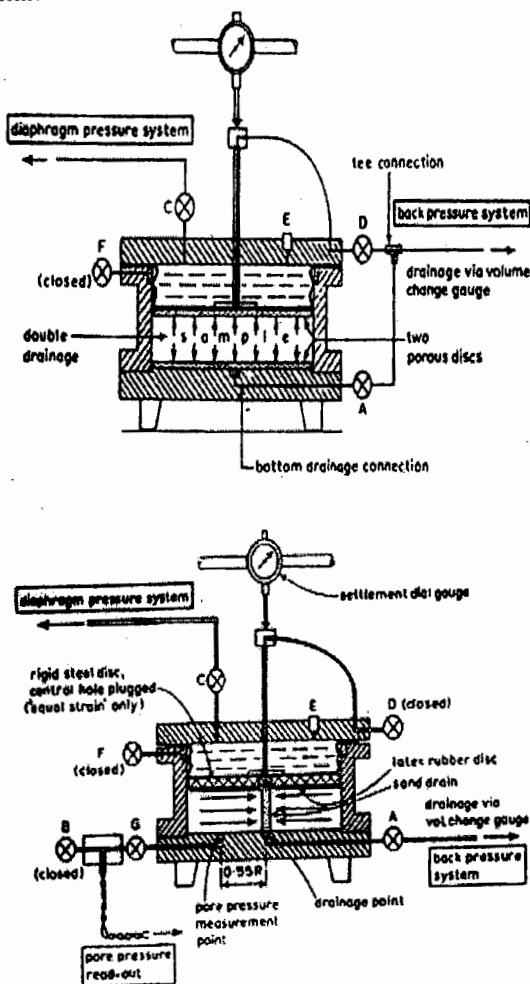
Pada penelitian ini, alat yang digunakan sebagai alat uji adalah alat konsolidasi Rowe, sehingga dapat dilakukan pengujian untuk mengetahui besarnya koefisien konsolidasi arah vertikal dan horizontal. Alasan digunakannya alat ini dikarenakan memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan alat uji konsolidasi lainnya yaitu Oedometer.

Beberapa kelebihan yang dimiliki alat konsolidasi Rowe dibandingkan dengan alat konsolidasi Oedometer antara lain:

1. Drainase yang terkontrol.
2. Sampel tanah yang digunakan relative besar sehingga lebih memberikan kondisi yang sebenarnya.
3. Pemberian beban diberikan secara mekanis sehingga getaran atau gangguan yang terjadi akibat peningkatan beban dapat diperkecil.
4. Dapat dilakukan pembacaan tekanan air pori pada setiap saat.
5. Pemberian tekanan mampu diterapkan sampai dengan 1000 kPa, hal ini tergantung juga dengan kekuatan dari membran karetanya.

6. Dapat melakukan penjenjuran dengan bantuan tekanan balik (Back Pressure), sehingga kejenuhan tanah bisa lebih cepat tercapai dan terukur.

Alat konsolidasi Rowe yang digunakan sebagai alat pengujian dapat dilihat seperti gambar dibawah ini, sekaligus dengan sistem yang diterapkan pada saat pengujian sampel. Sistem pengujian yang dilakukan adalah dengan menerapkan kondisi pembebanan *free strain* dengan kondisi drainase dua arah, baik itu vertikal ataupun horizontal. Disamping hal tersebut diatas, pada pengujian ini alat konsolidasi Rowe yang digunakan adalah yang memiliki diameter sebesar 10" dan tidak memperhitungkan adanya dampak dari smear zone yang terjadi akibat diterapkannya drainase vertikal.



Gambar 10. Alat dan model pengujian drainase vertikal dengan alat konsolidasi Rowe

## PROSES PENGUJIAN

Sebelum sampel tanah dilakukan pengujian terhadapnya, ada beberapa langkah yang harus dilakukan terlebih dahulu, diantaranya:

1. Pembuatan sampel. Pembuatan ini menggunakan cetakan dari *cell body* alat konsolidasi Rowe sehingga dimehisi untuk tinggi dan diameternya tidak lebih ataupun kurang dari yang disyaratkan. Selain hal tersebut di atas dengan menggunakannya *cell body* dari alat konsolidasi Rowe, sampel tanah dari lapangan yang berupa blok sampel dapat lebih dioptimalkan penggunaannya sehingga tanah tidak banyak terbuang percuma.
2. Setelah sampel yang akan dites dengan alat konsolidasi Rowe siap, sebelum dilakukannya pemberian beban untuk pengkonsolidasian, dilakukan suatu proses penjenjuran terlebih dahulu. Proses penjenjuran yang dilakukan dengan bantuan penerapan tekanan balik. Keuntungan dengan menggunakan tekanan balik adalah proses penjenjuran dapat lebih singkat dan terukur karena digunakannya suatu fungsi hubungan antara tegangan air pori dan tegangan keliling. Suatu nilai kejenuhan dari sampel yang akan diuji konsolidasi dengan alat Rowe mempunyai nilai parameter kejenuhan  $B$  ( $B$  value) yang merupakan fungsi dari tegangan-tegangan tersebut diatas, yaitu:

$$B = \frac{u - u_0}{\sigma_3 - \sigma_{3_0}} = \frac{\Delta u}{\Delta \sigma_3} \quad (\text{Bishop., Henkel, 1962}) \quad (1)$$

dimana :

$u_0$  = Tekanan air pori awal ( $\text{Kg/cm}^2$ ).

$u$  = Tekanan air pori pada saat tegangan keliling ( $\sigma_3$ ) tertentu diterapkan ( $\text{Kg/cm}^2$ ).

$\sigma_{3_0}$  = Tegangan keliling mula-mula ( $\text{Kg/cm}^2$ ).

Suatu sampel tanah sudah dapat dikatakan jenuh apabila nilai  $B$  nya berkisar antara 0.96 sampai dengan 1.0 sehingga pemberian beban untuk pengkonsolidasian dapat diberikan setelah tercapainya nilai  $B$  tersebut.

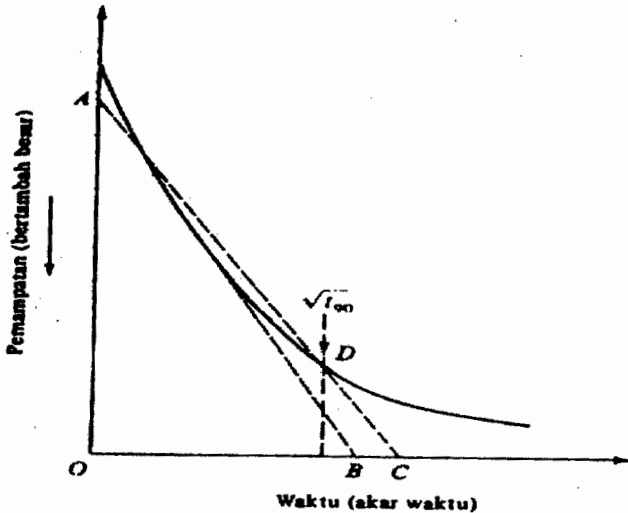
Pemberian beban pada penelitian ini berdasarkan *load increment ratio* (LIR) sama dengan 1. Beban yang diberikan antara lain  $0.25 \text{ kg/cm}^2$ ,  $0.5 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1.0 \text{ kg/cm}^2$ ,  $2.0 \text{ kg/cm}^2$  dan  $4.0 \text{ kg/cm}^2$ . Peningkatan beban diberikan setelah beban yang dikenakan sebelumnya diterapkan selama 24 jam. Pada dasarnya proses pemberian dan peningkatan beban tidak berbeda dengan tes konsolidasi menggunakan alat Oedometer.

## ANALISIS DATA

Data yang diperoleh dari hasil pengetesan antara lain adalah data penurunan terhadap akar waktu. Data ini digunakan untuk menentukan lamanya  $t_{90}$  yang

dicapai oleh sampel tanah yang diuji.  $t_{90}$  adalah waktu yang diperlukan oleh suatu lapisan tanah tertentu untuk mencapai penurunan sebesar 90% dari penurunan total yang akan terjadi.  $t_{90}$  juga digunakan untuk menganalisis besarnya koefisien konsolidasi baik itu arah vertikal maupun arah horizontal.

Untuk menentukan besarnya  $t_{90}$  yang terjadi didasari oleh hasil plotting data penurunan dengan akar waktu. Untuk lebih jelasnya dilakukan langkah-langkah seperti dibawah ini:



Gambar 11. Penentuan besarnya waktu  $t_{90}$

1. Gambarkan suatu garis AB yang melalui bagian awal dari kurva.
2. Untuk menentukan besarnya nilai  $t_{90}$  pada penentuan nilai koefisien konsolidasi arah vertikal gambarkanlah suatu garis AC sehingga  $OC = 1.15 OB$ . Absis titik D, yang merupakan perpotongan antara garis AC dan kurva konsolidasi, memberikan harga akar waktu untuk tercapainya konsolidasi 90% ( $\sqrt{t_{90}}$ ).
3. Hal yang sama dilakukan dengan langkah No.2 untuk menentukan besarnya  $t_{90}$  dalam penentuan nilai koefisien konsolidasi arah radial, namun perpanjangan yang diberikan sebesar 1.17 sehingga  $OC = 1.17 OB$ . Absis titik D, yang merupakan perpotongan antara garis AC dan kurva konsolidasi, memberikan harga akar waktu untuk tercapainya konsolidasi 90% ( $\sqrt{t_{90}}$ ) untuk arah horizontal.

Untuk menentukan besarnya koefisien konsolidasi arah vertikal dan horizontal selain  $t_{90}$  ada faktor lain juga yang mempengaruhinya. Faktor lain tersebut adalah faktor waktu.

## Faktor waktu ( $T_v$ )

### - Drainase Arah Vertikal

Harga faktor waktu ( $T_v$ ) dan derajat konsolidasi rata-rata ( $U$ ) yang berkesesuaian dengan keadaan tertentu, dapat dinyatakan dengan suatu hubungan yang sederhana antara lain:

Untuk  $U = 0$  sampai dengan 60%

$$T_v = \frac{\pi}{4} \left( \frac{U\%}{100} \right)^2 (M.Das, Braja, 1998)^3 \quad (2)$$

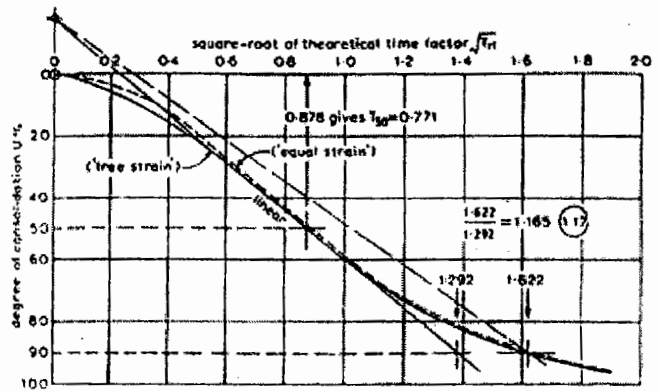
Untuk  $U > 60\%$

$$T_v = 1.781 - 0.933 \log(100 - U\%) (M.Das, Braja, 1998)^4$$

Untuk konsolidasi 90% faktor waktu yang berkesesuaian adalah  $T_{90} = 0.848$ .

### - Drainase arah Horizontal

Penentuan harga faktor untuk arah drainase horizontal *inward* (masuk kedalam drainase vertikal yang dipasang ditengah-tengah) adalah seperti gambar dibawah ini<sup>5</sup>:



Gambar 12. Penentuan besarnya faktor waktu untuk drainase arah horizontal

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa besarnya faktor waktu untuk penentuan koefisien konsolidasi arah horizontal adalah  $(1.622)^2 = 2.631$ , sehingga besarnya  $T_{90} = 2.631$ .

<sup>3</sup> M. Das, Braja, 1998, Daftar Pustaka Ke-4 Hal. 338

<sup>4</sup> M. Das, Braja, 1998, Daftar Pustaka Ke-4 Hal. 338

<sup>5</sup> Head, K.H. 1986, Daftar Pustaka Ke-3 Hal. 1150

## Koefisien konsolidasi

### -Arah vertikal

Koefisien konsolidasi arah vertikal diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T_{90} = \frac{C_v t_{90}}{H_{dr}^2} \quad (\text{Head, K.H, 1986})^6 \quad (4)$$

Apabila nilai faktor waktu yang berkesesuaian dengan kondisi tersebut diatas dimasukkan maka persamaan 4 akan menjadi:

$$C_v = \frac{0.848 H_{dr}^2}{t_{90}} \quad (\text{Head, K.H, 1986})^7 \quad (5)$$

Dimana :  $H_{dr}$  adalah jarak yang harus ditempuh oleh air sampai terdispersi.

### - Arah horizontal

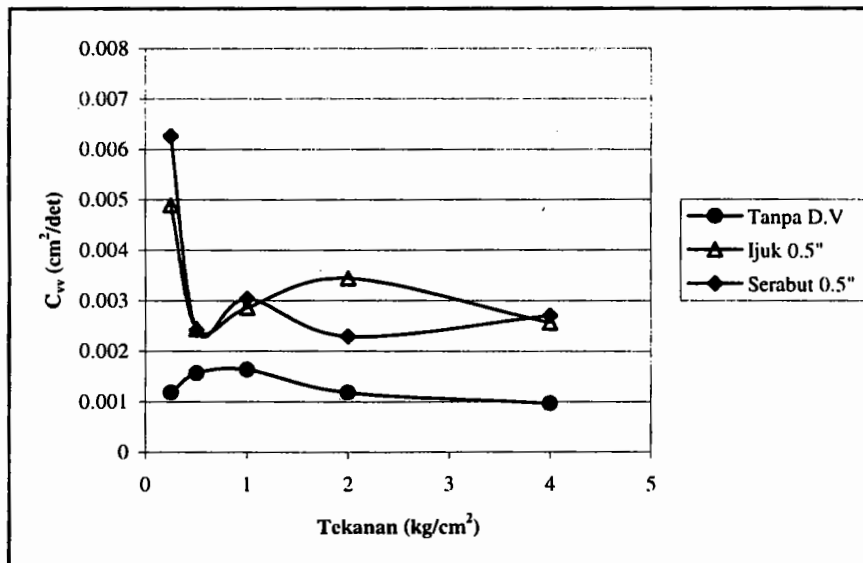
Untuk menentukan nilai koefisien konsolidasi arah horizontal dipergunakan rumus seperti dibawah ini:

$$C_{vr} = \frac{D^2 T_{90}}{t_{90}} \quad (\text{Head, K.H, 1986})^8 \quad (6)$$

Dengan memasukkan nilai faktor waktu untuk kondisi drainase ke arah *inward*, maka persamaan 6 akan menjadi:

$$C_{vr} = \frac{2.631 D^2}{t_{90}} \quad (\text{Head, K.H, 1986})^9 \quad (7)$$

Apabila seluruh rumus seperti tersebut diatas dipakai maka besarnya koefisien konsolidasi arah vertikal dan horizontal dari suatu sampel tanah dengan menggunakan serabut kelapa dan ijuk sebagai bahan drainase vertikalnya akan diperoleh hasil seperti terlihat pada Gambar 13 sampai dengan Gambar 22 di bawah ini.



Grafik 13. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah vertical ( $c_v$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 0.5"

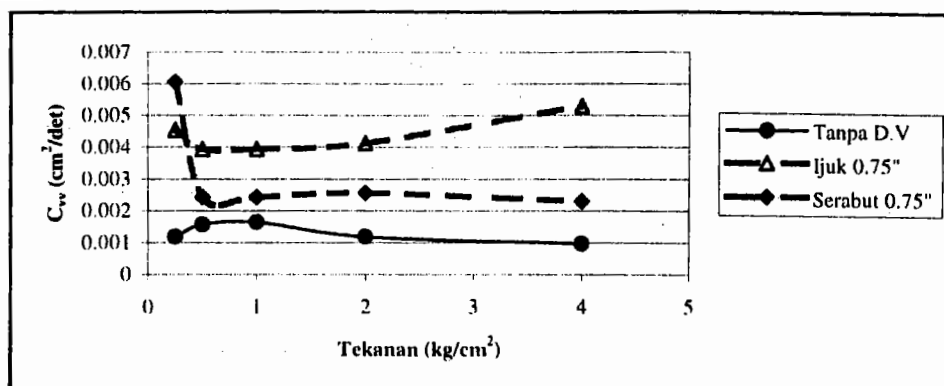
<sup>6</sup> Head, K.H. 1986, Daftar Pustaka Ke-3 Hal. 1146

<sup>7</sup> Head, K.H. 1986, Daftar Pustaka Ke-3 Hal. 1146

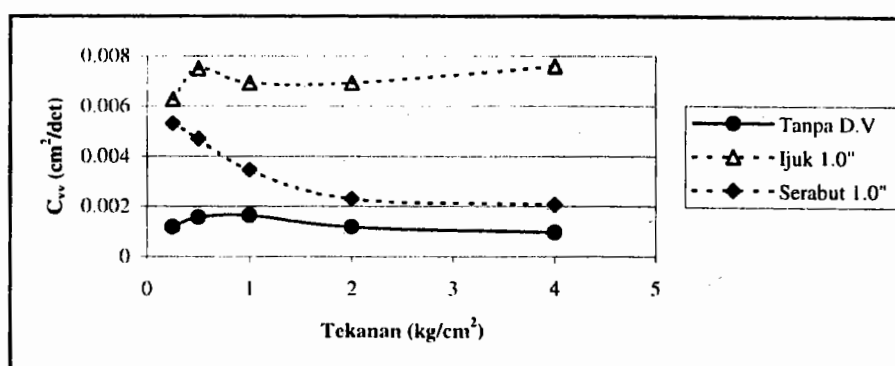
<sup>8</sup> Head, K.H. 1986, Daftar Pustaka Ke-3 Hal. 1150

<sup>9</sup> Head, K.H. 1986, Daftar Pustaka Ke-3 Hal. 1150

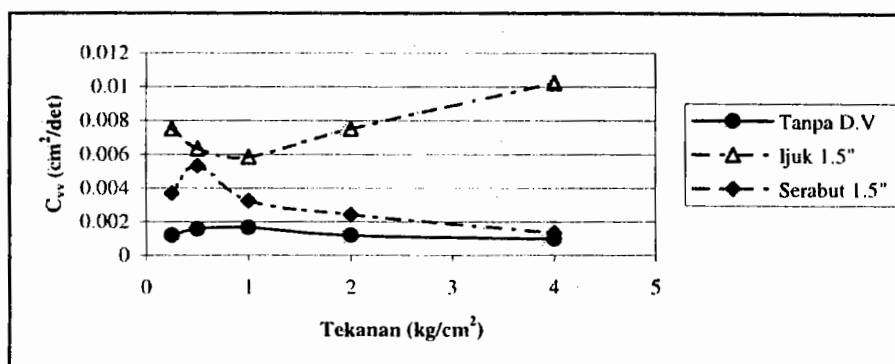




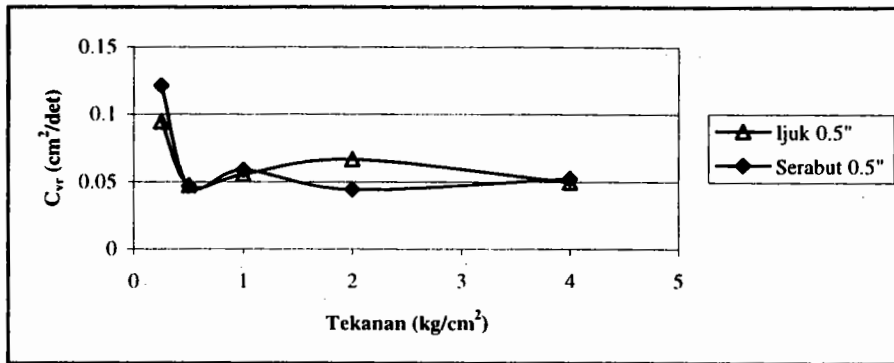
Grafik 14. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah vertikal ( $c_{vv}$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 0.75"



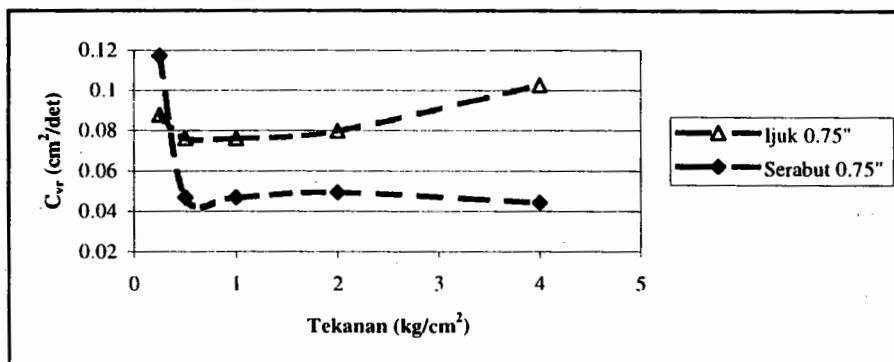
Grafik 15. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah vertikal ( $c_{vv}$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 1.0"



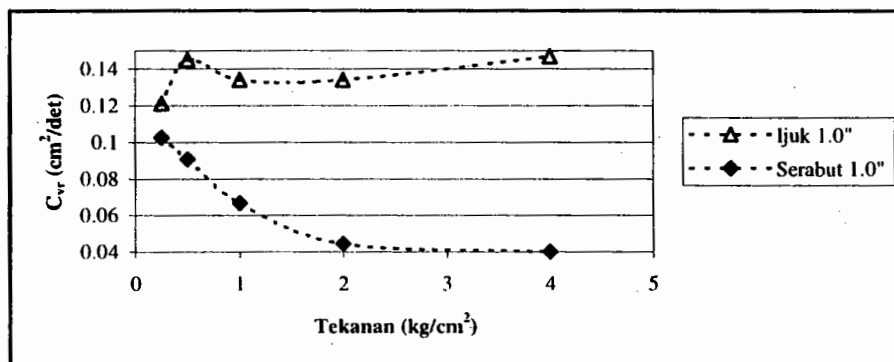
Grafik 16. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah vertikal ( $c_{vv}$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 1.5"



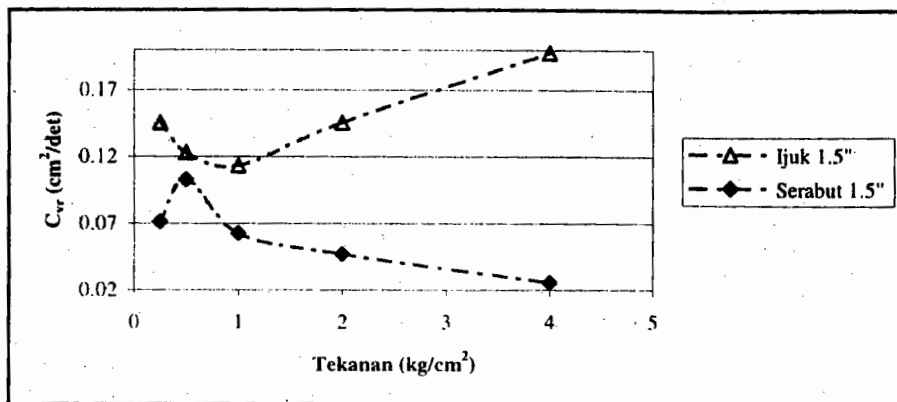
Grafik 17. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah horizontal ( $c_{vr}$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 0.5"



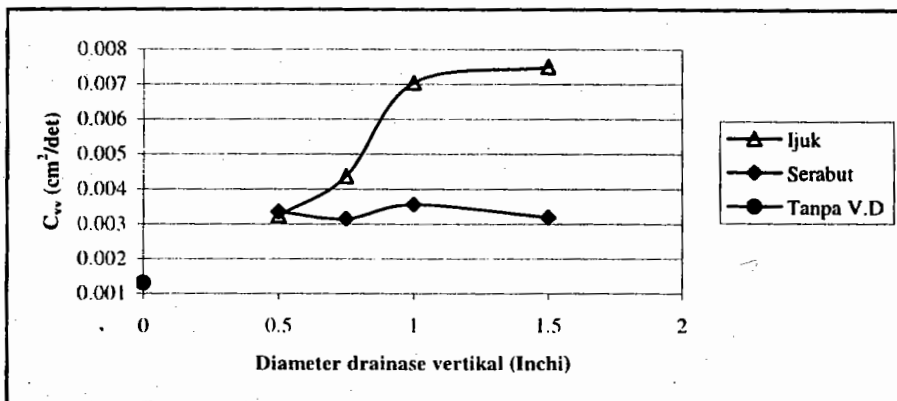
Grafik 18. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah horizontal ( $c_{vr}$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 0.75"



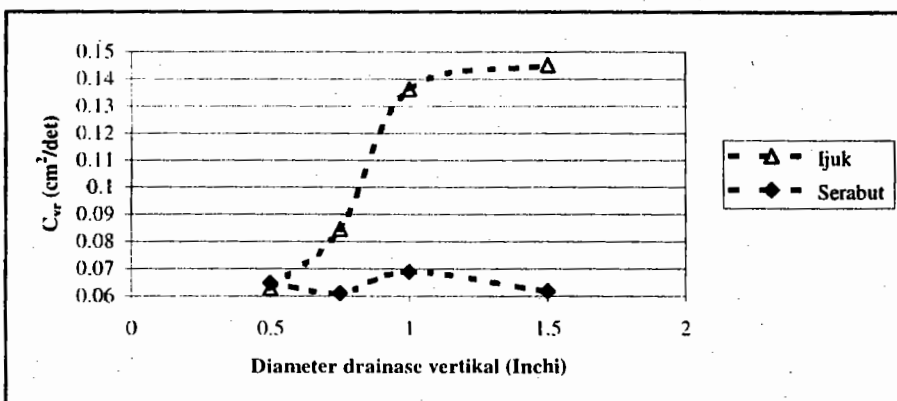
Grafik 19. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah horizontal ( $c_{vr}$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 1.0"



Grafik 20. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah horizontal ( $c_{vr}$ ) terhadap tekanan untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk diameter 1.5"



Grafik 21. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah vertikal ( $c_{vv}$ ) rata-rata terhadap diameter untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk



Grafik 22. Hubungan antara koefisien konsolidasi arah horizontal ( $c_{vr}$ ) rata-rata terhadap diameter untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dan ijuk

## PEMBAHASAN HASIL ANALISIS

Koefisien konsolidasi arah vertikal dan horizontal yang dihasilkan oleh semua diameter drainase vertikal yang dipasang memberikan harga yang lebih besar dibandingkan dengan sistem tanpa drainase vertikal. Ini memberikan arti bahwa sistem yang diterapkan memberikan peran untuk mempercepat proses konsolidasi yang terjadi pada sampel.

Untuk kedua bahan yaitu serabut kelapa dan ijuk terlihat bahwa ijuklah yang memberikan peningkatan paling besar dengan masih meningkat pada diameter 1.5". Sementara serabut kelapa optimum pada diameter 1" dan semakin menurun untuk diameter lebih besar dari 1".

## KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan terhadap serabut kelapa dan ijuk sebagai bahan drainase vertikal didapat beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Untuk bahan drainase vertikal dari serabut kelapa memberikan koefisien konsolidasi arah vertikal paling besar pada tekanan  $0.25 \text{ kg/cm}^2$  sebesar 349.90%.
2. Besarnya diameter drainase vertikal optimum 1" atau 10 % dari besarnya sampel tanah.
3. Apabila tekanan yang digunakan pada saat pengetesan bahan drainase vertikal dari serabut kelapa dirata-ratakan maka peningkatan koefisien konsolidasi arah vertikal yang diberikan adalah sebesar 173.894% dibandingkan dengan sampel tanpa drainase vertikal.
4. Untuk ijuk yang digunakan sebagai bahan pengisi drainase vertikal memberikan koefisien konsolidasi terbesar pada tekanan  $4.0 \text{ kg/cm}^2$ .
5. Besarnya diameter drainase vertikal optimum untuk ijuk sebagai bahan drainase vertikal adalah 1.5" atau 15% dari besarnya diameter sampel. Namun hal ini masih menunjukkan suatu kecenderungan terjadinya peningkatan lagi apabila kita lihat dari grafik diatas.
6. Untuk tekanan  $4.0 \text{ kg/cm}^2$  dengan diameter bahan drainase vertikal dari ijuk sebesar 1.5" ini memberikan peningkatan koefisien konsolidasi

arah vertikal sebesar 959.630% dari koefisien konsolidasi arah vertikal tanpa drainase vertikal.

7. Apabila seluruh koefisien konsolidasi arah vertikal untuk seluruh tekanan yang diterapkan dirata-ratakan maka, bahan drainase vertikal dari ijuk ini memberikan peningkatan sebesar 520.168%.
8. Besarnya koefisien konsolidasi arah horizontal yang diberikan oleh serabut kelapa dan ijuk sebagai bahan drainase vertikalnya apabila dibandingkan dengan arah vertikalnya, rata-rata memberikan nilai yang lebih besar 19 kalinya.
9. Rasio hasil peningkatan rata-rata yang diakibatkan oleh ijuk dan serabut kelapa adalah 3.

## SARAN

Untuk pengembangan penelitian tentang bahan drainase vertikal yang sejenis dengan yang digunakan pada penelitian ini, perlu kiranya dilakukan hal-hal seperti di bawah ini.

1. Mencoba melakukan penelitian dengan model yang serupa dengan melakukan pengantian dengan berbagai macam jenis tanah.
2. Melakukan hal yang serupa dengan memberikan filter sebagai bahan tambahan sehingga hasilnya dapat dibandingkan secara laborator.
3. Melakukan tes discharge capacity sebelum bahan drainase vertikal diterapkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Material, 1988, *Annual book of ASTM standard*, United State of America.
- Gunawan, Sumiyati., 2000, *Studi perbandingan prefabricated drain dan ijuk yang dibungkus karung goni sebagai vertikal drain dengan percobaan konsolidasi di laboratorium*, Tesis Magister, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Head, K.H., 1986, *A halsted press book manual of soil laboratory testing*, volume 3, ELE International Limited, London.
- M. Das, Braja, 1998, *Principles of Geotechnical Engineering*, Fourth Edition, PWS Publishing Company, Boston.